

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. BAHAN.**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini agregat kasar, agregat halus, aspal dan bahan tambah sebagai *filler* berupa abu vulkanik.

- a. Agregat kasar: Agregat kasar berupa batu pecah yang diambil dari Tanjungan, dengan diameter butiran standar untuk lapis perkerasan jenis Laston.
- b. Agregat halus: Agregat halus berupa butiran batu/ pasir yang lolos saringan 2,36 mm dan tertahan no 200 diambil dari tanjungan,
- c. Aspal: Aspal yang digunakan jenis aspal keras dengan Penetrasi 60, merek dari produksi tertentu.
- d. Abu vulkanik: Abu Vulkanik yang digunakan berasal dari letusan gunung merapi (Yogyakarta). Diambil pada bulan November 2010, dari daerah Sleman yang berjarak kurang lebih 9 km dari puncak letusan. Pengambilan dilakukan dengan menyayat tumpukan vulkanik yang berada diatas tanah, kemudian dimasukan kedalam karung. Dari waktu pengambilan sampel hingga sampai saat ini tetap dijaga keasliannya.

#### **3.2. TEMPAT DAN PERALATAN.**

Tempat penelitian adalah Laboratorium Inti Jalan Raya dan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Universitas Lampung. Sedangkan jenis peralatan yang digunakan adalah :

1) Alat uji pemeriksaan aspal

Alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain: alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala dan titik bakar, alat uji daktilitas, alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan), alat uji kelarutan.

2) Alat uji pemeriksaan agregat

Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain mesin Los Angeles (tes abrasi), saringan standar (yang terdiri dari ukuran 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50 dan #200), alat pengering (oven), timbangan pengukur berat, alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas), bak perendam dan tabung *sand equivalent*.

3) Alat uji karakteristik campuran agregat aspal.

Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode Marshall, meliputi:

- a) Alat tekan Marshall yang terdiri kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 3000 kg (5000 lb) yang dilengkapi dengan arloji pengukur *flowmeter*.
- b) Alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter 10,2 cm (4 inci) dengan tinggi 7,5 cm (3 inci) untuk Marshall standar.
- c) Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder berdiameter 9,8 cm, berat 4,5 kg (10 lb) dengan tinggi jatuh bebas 45,7 cm
- d) Ejektor untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
- e) Bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu.

f) Alat-alat penunjang yang meliputi panci pencampur, kompor pemanas, termometer, kipas angin, sendok pengaduk, kaos tangan anti panas, kain lap, kaliper, spatula, timbangan dan tip-ex/cat minyak yang digunakan untuk menandai benda uji.

### 3.3. PEMERIKSAAN BAHAN.

Yang dimaksud dengan pemeriksaan bahan adalah pengujian terhadap sifat material pembentuk bahan perkerasan, agar bahan material tersebut sesuai dengan standar / spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebagai berikut :

#### 3.3.1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk perencanaan ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan 2,36mm atau saringan no.8. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran-ukuran nominal. Sedangkan ketentuannya dapat dilihat pada Tabel 3.1. dibawah

Tabel 3.1 : Ketentuan agregat kasar

| Pengujian                        | Standar          | Nilai      |
|----------------------------------|------------------|------------|
| Abrasi dengan mesin Los Angeles  | SNI 03-2417-1991 | Maks. 40 % |
| Kelekatan agregat terhadap aspal | SNI 03-2439-1991 | Min. 95 %  |
| Angularitas                      | SNI 03-6877-2002 | 95/90      |
| Partikel pipih dan lonjong       | ASTM D-4791      | Maks.10 %  |
| Material lolos Saringan No. 200  | SNI 03-4142-1996 | Maks. 1 %  |

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dikjen-Binamarga, 2006

### 3.3.2. Agregat Halus

Agregat halus dari masing-masing sumber harus terdiri atas pasir alam atau hasil pemecah batu dan harus disediakan dalam ukuran maksimum 2,36mm. Material tersebut harus merupakan bahan bersih, keras bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Ketentuan tentang agregat halus terdapat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2. : Ketentuan Agregat Halus

| Pengujian                       | Standar          | Nilai     |
|---------------------------------|------------------|-----------|
| Nilai Setara Pasir              | SNI 03-4428-1997 | Min. 50 % |
| Material Lolos Saringan No. 200 | SNI 03-4142-1996 | Maks. 8 % |
| Angularitas                     | SNI 03-6877-2002 | Min 45 %  |

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dikjen-Binamarga, 2006

### 3.3.3. Filler

Bahan pengisi harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan.

Bahan pengisi mempunyai ketentuan yang sama seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. : Ketentuan *Filler*.

| Pengujian                       | Standar          | Nilai     |
|---------------------------------|------------------|-----------|
| Berat Jenis                     | -                | -         |
| Material Lolos Saringan No. 200 | SNI M-02-1994-03 | Min. 70 % |

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dikjen-Binamarga, 2006

### 3.3.4. Aspal.

Penggunaan aspal Pen 60 disesuaikan dengan kondisi suhu udara rata-rata 25°C.

Metode pengujian aspal untuk Pen 60 sesuai spesifikasi seperti yang tertera dalam Tabel 3.4 dibawah.

Tabel 3.4.: Persyaratan Aspal Keras Pen 60.

| No. | Jenis Pengujian                            | Metode           | Persyaratan Pen 60 |
|-----|--|------------------|--------------------|
| 1.  | Penetrasi, 25 °C; 100gr; 5detik; 0,1mm     | SNI 06-2456-1991 | 60 - 79            |
| 2.  | Titik Lembek, °C                           | SNI 06-2434-1991 | 48 - 58            |
| 3.  | Titik Nyala, °C                            | SNI 06-2433-1991 | Min. 200           |
| 4.  | Daktilitas 25 °C, cm                       | SNI 06-2432-1991 | Min. 100           |
| 5.  | Berat jenis                                | SNI 06-2441-1991 | Min. 1,0           |
| 6   | Kelarutan dalam Trichlor Etylen, % berat   | RSNI M -04-2004  | Min. 99            |
| 7.  | Penurunan Berat (dengan TFOT),% berat      | SNI 06-2440-1991 | Max. 0,8           |
| 8.  | Penetrasi setelah penurunan berat, % asli  | SNI 06-2456-1991 | Min. 54            |
| 9.  | Daktilitas setelah penurunan berat, % asli | SNI 06-2432-1991 | Min. 25            |

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dirjen-Bina Marga, 2006

### 3.4. PROPORSI CAMPURAN.

Dalam hal ini yang dimaksud dengan proporsi campuran adalah banyaknya agregat yang digunakan dalam perbandingan tertentu berdasarkan gradasi masing-masing butiran (termasuk abu vulkanik sebagai *filler*) sehingga memenuhi syarat gradasi untuk *Asphalt Concrete -Wearing Course* (AC-WC) seperti yang tertera dalam Tabel 2.6. dan memperhatikan pula Gambar 2.2 : Kurve titik kontrol Gradasi *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC). Proporsi aspal campuran didapat dengan menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb), dengan menggunakan persamaan : (7)

### 3.5. PEMBUATAN BENDA UJI.

Pada percobaan ini menggunakan benda uji standar berupa sebuah cetakan yang berdiameter 101,6 mm (4inci) dan tinggi 75 mm (3inci). Benda uji didapatkan dengan menggunakan alat pemadat Marshall (*Marshall Compaction Hummer*) dengan berat 4,54 kg ( $\pm 10$  lbs), diameter 3. 7/8 inci dan tinggi jatuh 457 mm (18 inci). Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- 1). Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan prosentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing fraksi dengan berat campuran kira-kira 1200 gram untuk diameter 4 inci, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu  $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- 2). Dilakukan pemanasan aspal untuk pencampuran pada viskositas kinematik  $100 \pm 10$  centistokes. Agar temperatur campuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan di atas pemanas dan diaduk hingga rata.
- 3). Setelah temperatur pemadatan tercapai yaitu pada viskositas kinematik  $100 \pm 10$  centistokes, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dipanasi pada temperatur 100 hingga  $170^{\circ}$  dan diolesi vaselin terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter atau kertas lilin (*waxed paper*) yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
- 4). Pemadatan standar dilakukan dengan pemadat manual dengan jumlah tumbukan 75 kali di bagian sisi atas dan ditumbuk 75 kali di bagian sisi bawah

- 5). Pemadatan lanjutan untuk kepentingan kepadatan membal (*refusal*) dilaksanakan dengan pemadatan manual standar Marshall dengan 2 x 400 tumbukan.
- 6). Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode.

### 3.6. FORMULA CAMPURAN RENCANA (FCR)

Langkah-langkah dalam menentukan formula campuran dan pengujian untuk benda uji adalah sebagai berikut :

- 1 . Hitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb) sebagai berikut :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% FF) + \text{Konstanta}$$

Keterangan: Nilai konstanta kira-kira 0,5 sampai 1,0

CA = Agregat Kasar,

FA = Agregat Halus,

FF = Bahan Pengisi

2. Bulatkan perkiraan nilai Pb sampai 0,5% terdekat. Jika hasil perhitungan diperoleh 6,3% maka bulatkan menjadi 6,5%.
3. Siapkan benda uji Marshal pada kadar aspal : dua kadar aspal di atas nilai Pb dan dua kadar aspal di bawah nilai Pb.
4. Lakukan pengujian berat jenis maksimum (Gmm) pada perkiraan kadar aspal Pb, sesuai dengan AASHTO T-209-1990.
5. Lakukan pengujian Marshal, sesuai dengan SNI 06-2489-1991, untuk menentukan kepadatan, stabilitas, kelelahan, hasil-bagi Marshal, VIM, VMA, VFA serta persentase stabilitas sisa setelah perendaman.

6. Hitung Rongga diantara Mineral Agregat (VMA), Rongga dalam Campuran (VIM) dan Rongga Terisi Aspal (VFA) serta gambarkan grafik hubungan antara Kadar Aspal dengan parameter Marshall yaitu : Kepadatan, Stabilitas, Kelelahan, Hasil-bagi Marshall, VFA, VMA dan VIM
7. Buat minimum dua contoh benda uji tambahan dengan kadar aspal berikut: kadar aspal pada VIM 6% dan dua kadar aspal terdekat yang memberikan VIM di atas dan di bawah 6% dengan perbedaan kadar aspal masing masing 0,5%. Masing-masing replika kadar aspal dibuat minimum 2 buah. Padatkan sampai mencapai kepadatan mutlak (sesuai Tata Cara Penentuan Kepadatan Mutlak Campuran Beraspal)
8. Untuk masing-masing parameter, gambarkan batas-batas spesifikasi dan rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan
9. Tentukan bahwa kadar aspal rencana berada dekat atau pada titik tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi seluruh parameter yang disyaratkan. Kadar aspal rencana yang dimaksud adalah kadar aspal optimum (KAO)
10. Buat benda uji Marshall pada kadar aspal optimum (KAO). Pengujian benda uji tidak dilakukan terhadap perendaman dalam air pada suhu 60 °C selama 24 jam, tetapi diuji dalam perendaman pada suhu 60° C selama 30 menit dan diuji dalam modifikasi perendaman yang disertai pemanasan. Pemanasan dalam modifikasi perendaman tersebut mengacu pada kondisi lapangan yaitu pada siang hari mendapat pemanasan 10 jam dan kondisi dingin pada malam hari. Berdasarkan kondisi tersebut, modifikasi perendaman yang disertai pemanasan adalah sebagai berikut.:

- a. perendaman dalam air pada suhu 60 °C selama 1/2 jam (dua benda uji)
- b. perendaman dalam air selama 1 hari (24 jam), pada siang hari mendapat pemanasan dengan suhu 60 °C selama 10 jam (dua benda uji).
- c. perendaman dalam air selama 2 hari (48 jam) dan pada setiap siang hari mendapat pemanasan dengan suhu 60 °C selama 10 jam (dua benda uji)
- d. perendaman dalam air selama 3 hari (72 jam) dan pada setiap siang hari mendapat pemanasan dengan suhu 60 °C selama 10 jam (dua benda uji)

Secara scematik jenis dan jumlah benda uji dapat dilihat dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 : Jenis dan jumlah benda uji.

| PENGUJIAN   | KAO                 | Perendaman (jam) | PENGUNAAN FILLER |              | JUMLAH BENDA UJI |
|---|---------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|
|   |                     |                  | Abu Batu.        | Abu Vulkanik |                  |
| <b>Marshall Standar</b><br>(2x75 tumbukan)                      | -1,0                | 1/2              | 3                | 3            | 6                |
|   | -0,5                | 1/2              | 3                | 3            | 6                |
|   | Pb                  | 1/2              | 3                | 3            | 6                |
|   | +0,5                | 1/2              | 3                | 3            | 6                |
|   | +1,0                | 1/2              | 3                | 3            | 6                |
|   |                     |                  |                  |              |                  |
| <b>Kepadatan Mutlak (Kasp) pada VIM 6%</b><br>(2x400 tumbukan)  | (Kasp)-0,5          | 1/2              | 2                | 2            | 4                |
|   | (Kasp)              | 1/2              | 2                | 2            | 4                |
|   | (Kasp)+0,5          | 1/2              | 2                | 2            | 4                |
|   |                     |                  |                  |              |                  |
| <b>Marshall dengan Kepadatan Mutlak &amp; Durabilitas Modif</b> | KAO                 | 0                | 2                | 2            | 4                |
|   | KAO                 | 24               | 2                | 2            | 4                |
|   | KAO                 | 48               | 2                | 2            | 4                |
|   | KAO                 | 72               | 2                | 2            | 4                |
|   |                     |                  |                  |              |                  |
|   | <b>Jumlah Total</b> |                  |                  |              | <b>58</b>        |

### 3.7. METODE ANALISIS.

Metode analisis yang dilakukan adalah pengelompokan data yang didapat dari pengujian dan ditabelkan kemudian pembahasan. Adapun pengelompokan data yang dianalisis dan dibahas adalah :

1. Pemeriksaan Material :

a. Data hasil pemeriksaan/ pengujian material Agregat

Dalam pembahasan ini didasarkan atas hasil yang didapat dari pengujian material dengan mengkaitkan persyaratan-persyaratan agregat kasar, agregat halus dan *filler*.

b. Data hasil pemeriksaan/ pengujian material aspal.

Dalam pembahasan ini didasarkan atas hasil yang didapat dari pengujian aspal dengan mengkaitkan persyaratan yang di perbolehkan.

2. Penentuan Proporsi Agregat Campuran dan Kadar Aspal :

Proporsi masing-masing agregat diplot dalam grafik dan diperbandingkan dengan kurva standar Fuller, dan jika memenuhi standar Fuller perkiraan kadar aspal (Pb) dapat ditentukan.

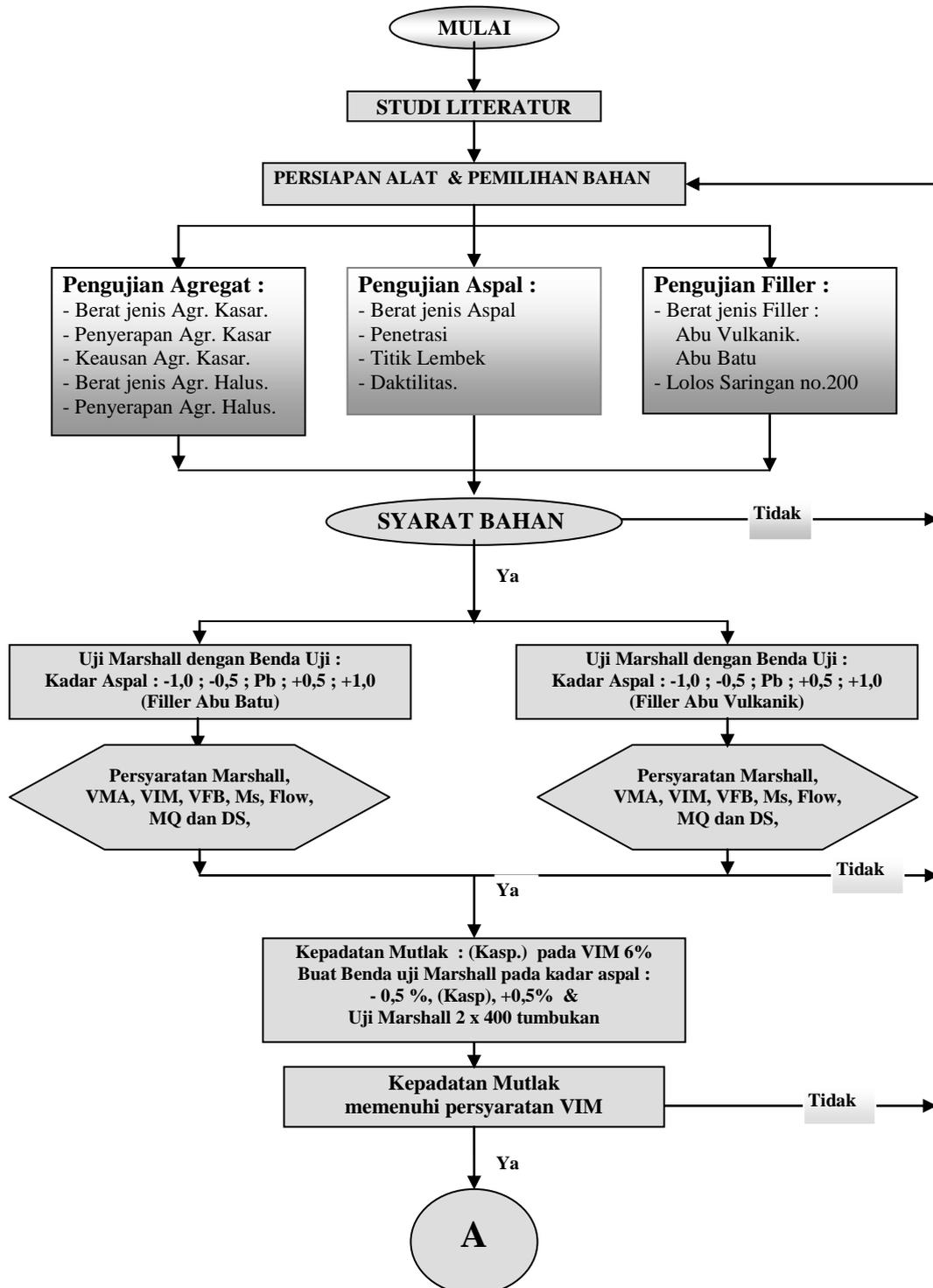
3. Pengujian Marshall Standar.

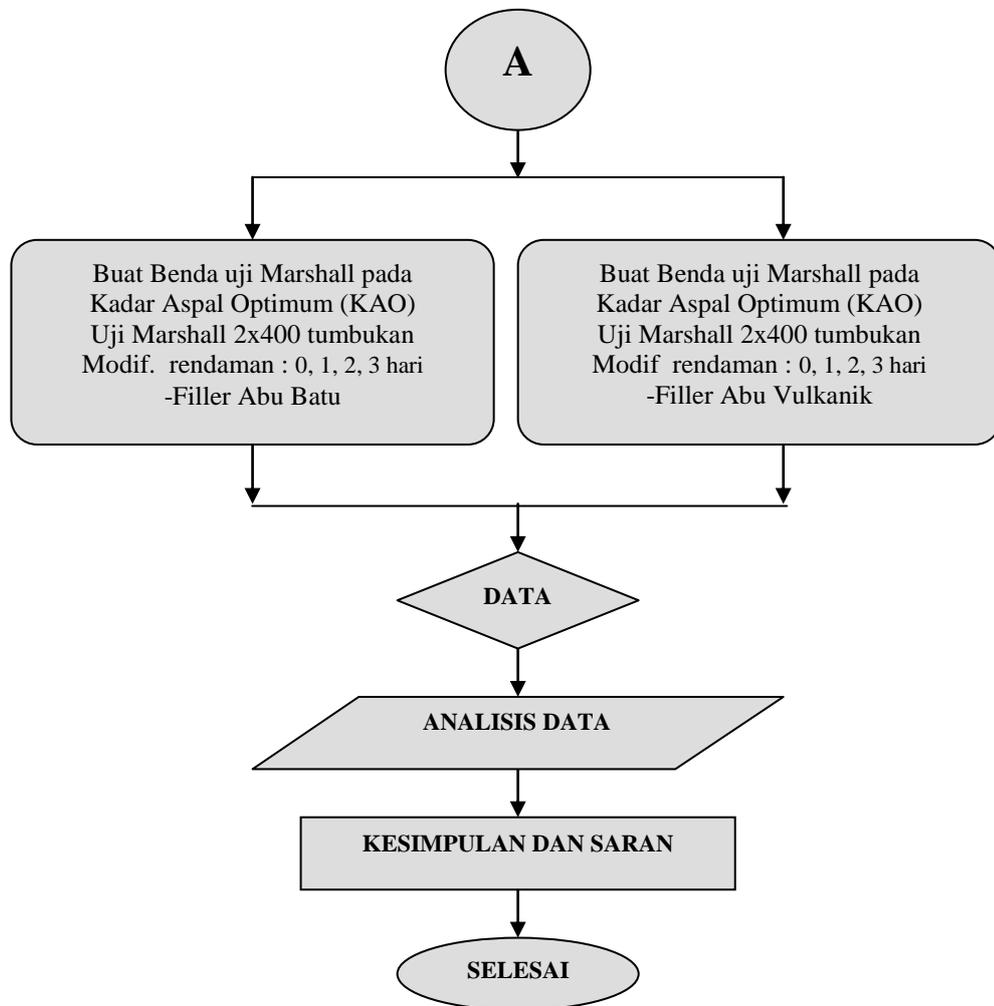
Hasil pengujian Marshall pada kadar aspal rencana (-1, -0,5 , Pb, +0,5, +1) Dengan 2 x 75 tumbukan, akan diperoleh nilai Stabilitas, Kepadatan, Kelelehan (*Flow*), Rongga udara dalam campuran (*Void in Mixed / VIM*), Rongga antar Mineral Agregat (*Void in Mineral Agregates / VMA*). Hasil tersebut dibuat Grafik beserta pembahasannya yaitu :

a. Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan.

- b. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas.
  - c. Hubungan Kadar Aspal dengan Kelelehan.
  - d. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM
  - e. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA.
  - f. Hubungan Kadar Aspal dengan VFA.
4. Marshall Modifikasi :
- Hasil pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan modifikasi perendaman (0, 1, 2 dan 3 hari) terhadap benda uji yang diuji dengan pendekatan kepadatan mutlak (uji Marshal 2 x 400 tumbukan)
- Hasil yang diperoleh kemudian dibahas yaitu berupa Grafik :
- a. Hubungan Lama Perendaman dengan Kepadatan.
  - g. Hubungan Lama Perendaman dengan Stabilitas.
  - h. Hubungan Lama Perendaman dengan Kelelehan.
  - i. Hubungan Lama Perendaman dengan VIM
  - j. Hubungan Lama Perendaman dengan VMA.
  - k. Hubungan Lama Perendaman dengan VFA.
5. Durabilitas Marshall modifikasi :
- a. Indek durabilitas sisa pertama.
  - b. Indek durabilitas sisa kedua.

### 3.8. Diagram Alir Penelitian.





Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian